

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-148114

(43)Date of publication of application : 07.06.1996

(51)Int.Cl. H01J 43/18

(21)Application number : 06-285069 (71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

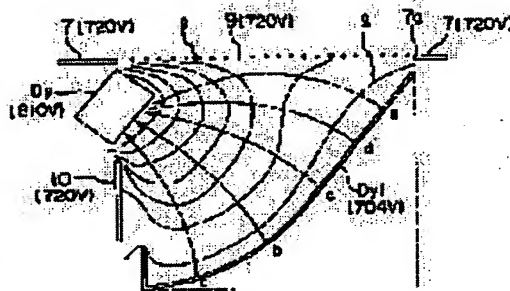
(22)Date of filing : 18.11.1994 (72)Inventor : OMURA TAKAYUKI  
OKADA TOMOYUKI  
KUSHIMA HIROYUKI  
OHASHI YOSUKE

## (54) ELECTRON MULTIPLIER TUBE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To reduce dispersion of incident efficiency on a next-state dynode on the basis of electron release position in a dynode.

CONSTITUTION: A mesh electrode 9 is disposed in an incident opening portion 7a, and dynode group Dy comprising dynodes in next and following states are disposed in the vicinity of the center of curvature for a first-stage dynode Dy1. A intermediate potential between dynode Dy1 and dynode group Dy is applied to a plate electrode 10 and the mesh electrode 9, so that a space formed with potential gradient is guided from both sides. Accordingly, potential distribution becomes nearly uniform from the vicinity of dynode Dy1 to dynode group Dy.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3392240

[Date of registration]

24.01.2003

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The mesh electrode arranged in the 1st incidence opening which is the electron multiplier which carries out multiplication of the electron which carries out incidence, and outputs it, and receives the electron which should be carried out multiplication, It has the electron multiplier which carries out cascade multiplication of the electron which passes and carries out incidence of said 1st incidence opening, and the anode which takes out the electron by which multiplication was carried out by said electron multiplier. Said electron multiplier The 1st step dynode to which it is the dynode which emits a secondary electron in response to the electron which passed the 1st incidence opening, and predetermined potential was given, Said 1st step dynode is countered and it is arranged, and it is the dynode which emits a secondary electron further in response to the secondary electron emitted from said 1st step dynode, and potential higher than said 1st step dynode gives. The 2nd step dynode of \*\*\*\*, It is constituted by the space between said 1st step dynodes and 2nd step dynodes including the auxiliary electrode which extends in the direction which intersects said mesh electrode. To said mesh electrode and said auxiliary electrode Middle potential [ higher than the potential of said 1st step dynode ] lower than the potential of said 2nd step dynode is given. The electron multiplier which uses the opening between said mesh electrodes and said auxiliary electrodes as the 2nd incidence opening which the secondary electron to which it was emitted from said 1st step dynode passes toward said 2nd step dynode.

[Claim 2] It is the electron multiplier according to claim 1 with which said 1st step dynode is presenting the shape of abbreviation 1 / 4 cylindrical shapes, and said 2nd incidence opening is located near the center of curvature of this 1st step dynode.

[Claim 3] An electron multiplier [ equipped with the 2nd auxiliary electrode with which potential / higher than the potential of this mesh electrode / lower than the potential of said 2nd step dynode was given near said mesh electrode in said 2nd incidence opening ] according to claim 1.

[Claim 4] When said 1st step dynode sets distance between a part most distant from said 1st incidence opening, and said 1st incidence opening to L, the dynode and said anode of each stage after said 2nd step dynode which constitutes said electron multiplier are an electron multiplier according to claim 1 arranged in the field specified in distance L from said 1st incidence opening.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the electron multiplier which carries out multiplication of the electron which carries out incidence, or the photoelectron by two or more steps of dynodes.

[0002]

[Description of the Prior Art] The dynode of a Venetian-blind mold is shown in drawing 9 (JP,2-291656,A). In this type of dynode, although the electron (or photoelectron) which carries out incidence, for example on Orbit b collides with the dynode 101 of the 1st step, on Orbit a, the electron which carries out incidence passes through the dynode 101 of the 1st step, and collides the dynode 102 of the 2nd step, and directly. Consequently, there was a case where electronic collector efficiency fell. moreover -- although multiplication of the electron which carried out incidence on Orbits d and e is carried out and the dynode 102 of the next step may be reached, as shown in drawing 10 -- the inside of incidence opening of a dynode 101 -- negative potential -- "-- sinking in - - " -- since it is, on Orbit c, the electron which carried out incidence to the upper part section of a dynode will be pulled back by the potential of a dynode 101, and multiplication will not be carried out as a result.

[0003] although incidence of the electron which carried out incidence to the dynode 103 of the 1st step on Orbits f and g can be carried out to the dynode group 104 after the 2nd step on the other hand also in the dynode of the type shown in drawing 11 -- this case -- the inside of incidence opening of a dynode 103 -- negative potential -- "-- sinking in - - " -- since it is, multiplication of the electron which carried out incidence to the upper part section of a dynode 103 on Orbit h is not carried out as a result. Moreover, electronic mileage changes with differences of the emission location from a dynode 103, consequently the electron which carried out incidence on Orbit f and Orbit g also has the variation in the electron transit time in the inclination which becomes large.

[0004] Furthermore, in the dynode (JP,5-114384,A) of the type shown in drawing 12, incidence of the secondary electron which the measuring area of the electron emission sides is restricted to the illustrated field A, for example, was emitted from the i section is carried out to the rear-face side of a dynode 105 of the 3rd step, incidence of the secondary electron emitted from the j section is carried out to an auxiliary electrode 106, and incidence of the secondary electron emitted from the k section is carried out to the convergence electrode 107 side. For this reason, there was a fault that collector efficiency fell.

[0005] This invention is made that such a technical problem should be solved, and the purpose is to offer the electron multiplier which reduces the time variation of the secondary electron which reaches the 2nd step dynode while abolishing the variation in the incidence effectiveness to the 2nd step dynode based on the electron emission location of the dynode of the 1st step.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Then, the electron multiplier concerning this invention is equipped with the electron multiplier which carries out cascade multiplication of the electron which passes and carries out incidence of the 1st incidence opening to the electrode of the shape of a mesh arranged in the 1st incidence opening which receives the electron which should be carried out multiplication, i.e., a mesh electrode, and the anode which takes out the electron by which multiplication was carried out

by the electron multiplier. Potential higher than the 1st step dynode and the 1st step dynode which emit a secondary electron in response to the electron which passed the 1st incidence opening gives this electron multiplier, and it is constituted including the auxiliary electrode which extended in the direction which intersects a mesh electrode in the space between the 2nd step dynode which countered the 1st step dynode of \*\*\*\* and has been arranged, and the 1st step dynode and the 2nd step dynode. And middle potential [ higher than the potential of the 1st step dynode ] lower than the potential of the 2nd step dynode is given to this mesh electrode and auxiliary electrode, and it constitutes as the 2nd incidence opening which the secondary electron to which the opening between a mesh electrode and an auxiliary electrode was emitted from the 1st step dynode passes toward the 2nd step dynode.

[0007] Moreover, the 1st step dynodes have abbreviation 1 / the shape of 4 cylindrical shapes containing 1/4 cylindrical shape, and the 2nd incidence opening may be allotted and constituted near the center of curvature of this 1st step dynode.

[0008] Furthermore, near the mesh electrode in the 2nd incidence opening, the 2nd auxiliary electrode with which high potential lower than the potential of the 2nd step dynode was given may be arranged, and an electron multiplier may consist of potentials of this mesh electrode.

[0009] moreover, the inside of the field where the dynode and anode of each stage after the 2nd step dynode which constitutes an electron multiplier will be specified in distance L from the 1st incidence opening if the 1st step dynode sets to L distance between the parts and the 1st incidence openings which are most separated from the 1st incidence opening -- \*\*\*\* -- you may arrange like.

[0010]

[Function] the so-called negative potential which arranges a mesh electrode in the 1st incidence opening, and enters into these 1st incidence opening circles by giving middle potential [ higher than the potential of the 1st step dynode ] lower than the potential of the 2nd step dynode to this mesh electrode -- "-- sinking in -- " -- it is prevented.

[0011] Moreover, although an electric potential gradient is formed between the 1st step dynode and the 2nd incidence opening of the potential difference given to the 1st step dynode which counters, and the 2nd step dynode, since it is arranged so that the mesh electrode and auxiliary electrode with which such middle potentials were given to these both sides may surround, it will be in the condition of being formed so that the equipotential line may jut out of the 2nd incidence opening at spacing with an equal abbreviation toward the 1st step dynode side.

[0012]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to an accompanying drawing. The photomultiplier tube built over drawing 1 at this example is shown. This photomultiplier forms the vacuum housing by the stem 3 of the cylindrical shape which constitutes the light-receiving side 1, the globular form bulb 2, and globular form pedestal which receive incident light. Moreover, photoelectric cathode 5 is formed, the light which carries out incidence through the light-receiving side 1 is irradiated by photoelectric cathode 5, and a photoelectron is emitted to the wall of the light-receiving side 1 from a light-receiving part. Moreover, the electron multiplier 6 which carries out multiplication of the emitted photoelectron is arranged in photoelectric cathode 5 and the location which countered.

[0013] An electron multiplier 6 is expanded and shown in drawing 2 . The electron multiplier 6 is equipped with the focal electrode 7 as which the orbit of the photoelectron emitted from photoelectric cathode 5 is completed, and has formed the mesh-like mesh electrode 9 in incidence opening 7a of the center. These focus electrode 7 and the mesh electrode 9 of each other are connected electrically, and the same potential is given.

[0014] Moreover, incidence opening 7a is countered, the dynode Dy1 of the 1st step which presents the shape of abbreviation 1 / 4 cylindrical shapes is arranged, and a secondary electron is emitted in response to the photoelectron which passed incidence opening 7a. Near the incidence opening 7a, the curved surface of this dynode Dy1 has small curvature, and serves as a configuration to which it takes for keeping away and curvature becomes large gradually. Moreover, near the center of curvature of this dynode Dy1, this dynode Dy1 was countered and the dynode group Dy which carried out the laminating of the dynode after the 2nd step, and constituted it is arranged. Thus, since the secondary electron emitted near the center of curvature of a dynode Dy1 from the dynode Dy1 by

arranging the dynode group Dy goes in the direction of center of curvature of a dynode Dy1, its incidence effectiveness of the secondary electron to the dynode group Dy improves. Moreover, since it becomes equal mutually omitting the mileage, as for the secondary electron emitted from each part grade of a dynode Dy1, the variation in the transit time of a secondary electron is reduced.

[0015] In addition, the photoelectron by which cascade multiplication was carried out is taken out by this dynode group Dy through the anode (not shown) prepared in the last stage.

[0016] Furthermore, the plate-like plate electrode 10 is arranged in the space between a dynode Dy1 and the dynode group Dy near [ between the edge of the dynode Dy1 most located far away from the mesh electrode 9, and the dynode group Dy ]. The cross section of this plate electrode 10 is presenting the shape of a long and slender rectangle in the direction which carries out an abbreviation rectangular cross with the mesh electrode 9, and the plate electrode 10 which has such a cross section has extended in the direction perpendicular to the space of drawing 2 along the edge of the dynode group Dy. In addition, the same potential as the mesh electrode 9 is given to this plate electrode 10, and it is in the condition that incidence opening of the dynode group Dy is located between this mesh electrode 9 and the plate electrode 10.

[0017] Here, the distribution condition of the equipotential line formed of this is indicated to be an example of the electrical potential difference given to each part to drawing 3. this example -- the dynode Dy1 of the 1st step -- the first rank of 704V and the dynode group Dy -- the electrical potential difference of 810V is given to a dynode, respectively, and 720V used as the middle electrical potential difference of a dynode Dy1 and the dynode group Dy are given to the focal electrode 7, the mesh electrode 9, and the plate electrode 10.

[0018] Thus, it turns out by forming the mesh electrode 9 in incidence opening 7a, and giving middle potential to the mesh electrode 9 that stain \*\*\*\* of the negative potential inside incidence opening 7a is controlled. Moreover, since it becomes the configuration which guides the space which the electric potential gradient produced by the dynode Dy1 and the dynode group Dy from both sides with the mesh electrode 9 with which it was given to such middle potentials, and the plate electrode 10, the equipotential line l is in the condition of being distributed almost in the said alignment centering on near dynode group Dy. There is especially no turbulence in the electric field (distribution condition of the equipotential line l) of the dynode Dy1 neighborhood. Therefore, since incidence of the secondary electron emitted from each location a-e of a dynode Dy1 can be altogether carried out to the dynode group Dy via the illustrated orbit, the whole abbreviation surface of the curved surface of a dynode Dy1 turns into measuring area. Thus, the collector efficiency of a secondary electron can be raised by the ability of a large measuring area to be taken.

[0019] Moreover, other examples are shown in drawing 4 and drawing 5. the dynode group Dy among the photomultiplier tubes which illustrated this photomultiplier tube by above-mentioned drawing 1 etc. -- the dynodes Dy2, Dy3, and Dy4 of the Rhine focus mold -- it is the structure replaced by .. Moreover, it is constituted so that incidence opening to a dynode Dy2 may be located near the center of curvature of a dynode Dy1, and the rod-like pole electrode 11 with which potential lower than the potential of a dynode Dy2 was given more highly than the potential of this mesh electrode 9 is formed in incidence opening to a dynode Dy2 near the mesh electrode 9. This pole electrode 11 has extended in the direction perpendicular to the space of drawing 5 along the edge of incidence opening 7a. The orbit of the secondary electron which passes through this neighborhood will be corrected to the drawing 6 bottom by forming the pole electrode 11 with which such an electrical potential difference was given in this location. Consequently, incidence of the secondary electron which was carrying out incidence can be carried out to a dynode Dy2 between a dynode Dy2 and a dynode Dy4 etc., and the incidence effectiveness to a dynode Dy2 can be raised.

[0020] The distribution condition of the equipotential line formed in drawing 6 of this with an example of the electrical potential difference given to the main parts is shown. In this example, the same electrical potential difference is given to the same part as drawing 3, and 1030V are given [ at 735V and the dynode Dy2 of the 2nd step / 810V and the dynode Dy3 of the 3rd step ] 942V and the dynode Dy4 of the 4th step, respectively, other parts 11, for example, pole electrode. Thus, also when constituted, it is distributed over the condition that the equipotential line l \*\*\*\*\*s to abbreviation homogeneity from between the pole electrode 11 and the plate electrodes 10, and there is no turbulence also in the electric field of the dynode Dy1 neighborhood. Therefore, incidence of

the secondary electron emitted from each location a-e of a dynode Dy1 can be altogether carried out to a dynode Dy2 via the illustrated orbit.

[0021] Moreover, as shown in drawing 7, it is also possible to arrange so that the dynodes Dy2-Dy9 and anode 12 of the Rhine focus mold may be stored in the field which a dynode Dy1 occupies. In this example, when distance between the parts of a dynode Dy1 and incidence opening 7a which are most separated from incidence opening 7a is set to L, all dynodes Dy2-Dy9 and anodes 12 are as \*\* in the distance L from incidence opening 7a. Thus, the whole photomultiplier tube can consist of constituting in a compact.

[0022] In addition, although the configuration of this dynode Dy1 was made into 1 / the shape of 4 cylindrical shapes with the fixed curvature of a curved surface, it is distributed over the condition that the equipotential line l \*\*\*\*\*s to abbreviation homogeneity from between the pole electrode 11 and the plate electrodes 10 also in this case, and there is no turbulence also in the electric field of the dynode Dy1 neighborhood. Therefore, incidence of the secondary electron emitted from each location a-d of a dynode Dy1 can be altogether carried out to a dynode Dy2 via the illustrated orbit ( drawing 8 ).

[0023] About the photo-multiplier of three types explained above, the variation (TTS) in the electron transit time was measured under the illustrated monograph affair. The result is shown in Table 1.

[0024]

[Table 1]

	☒3	☒6	☒8	☒10
T T S	0. 8nsec	1. 2nsec	1. 4nsec	3. 3nsec

[0025] This result shows that each variation of the transit time is suppressed low and the time amount property is improved compared with the conventional thing which showed the variation in the electron transit time in the photo-multiplier shown by drawing 3, drawing 6, and drawing 8 in drawing 1010.

[0026] Although each example explained above explained the photomultiplier tube to the example as an example of an electron multiplier, of course, it is also possible to adopt this configuration as the electron multiplier which is not equipped with photoelectric cathode.

[0027]

[Effect of the Invention] Since it becomes the structure which guides the both sides of the space which the electric potential gradient produced by the 1st step dynode and the 2nd step dynode from both sides with the mesh electrode with which it was given to such middle potentials, and an auxiliary electrode according to the electron multiplier concerning this invention, the 2nd incidence opening is covered near the 1st step dynode, and it becomes equal omitting potential distribution in the space of this inside. For this reason, toward the 2nd step dynode side, it will be led to abbreviation homogeneity, the variation in the incidence effectiveness by the emission location of a secondary electron is reduced, and the secondary electron emitted from the large range of the 1st step dynode becomes possible [ also suppressing the variation in the electron transit time ].

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

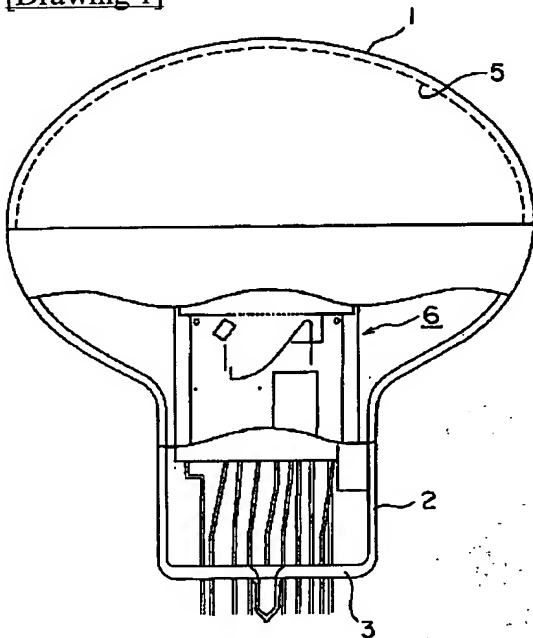
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

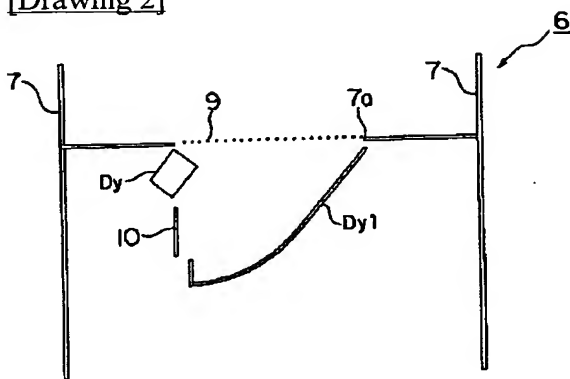
DRAWINGS

---

[Drawing 1]

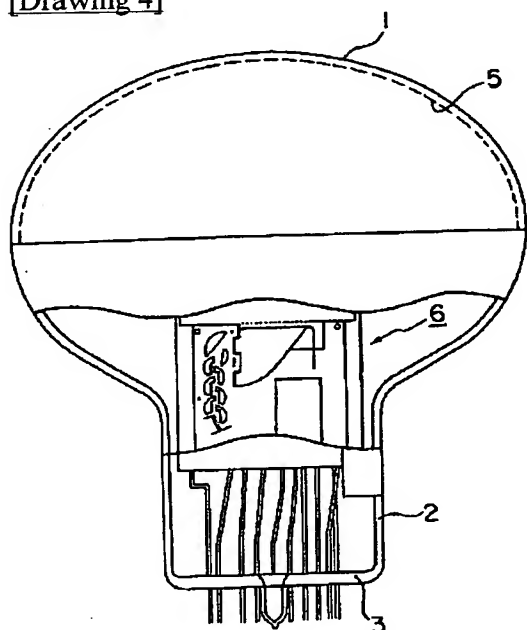
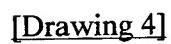


[Drawing 2]

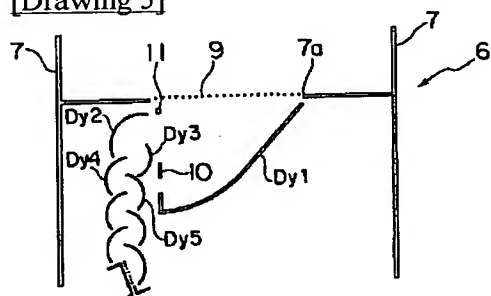


[Drawing 3]

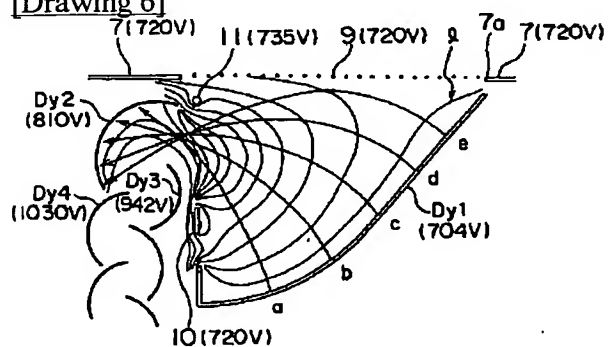




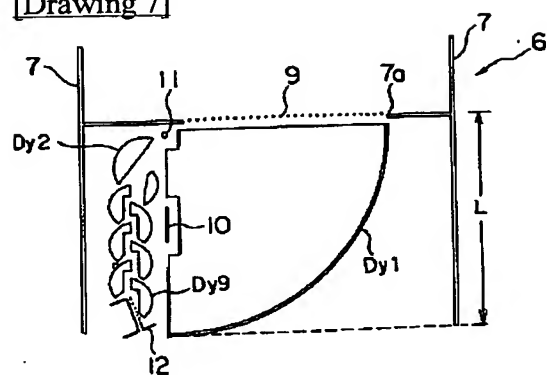
[Drawing 5]



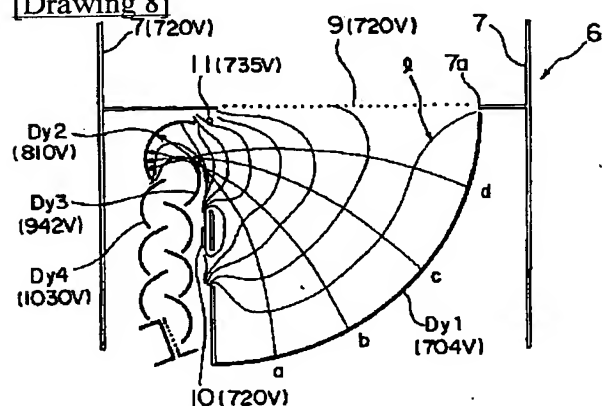
[Drawing 6]



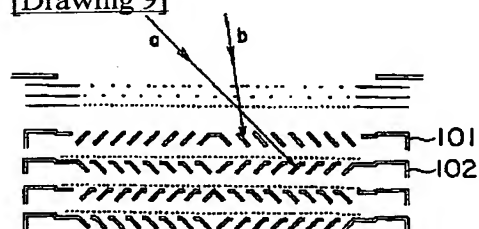
[Drawing 7]



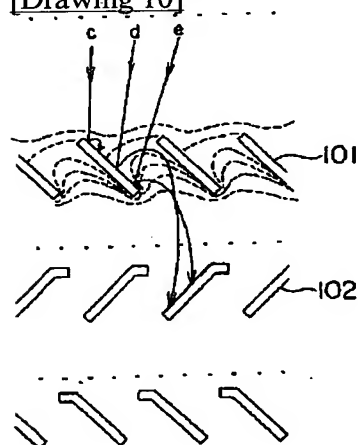
[Drawing 8]



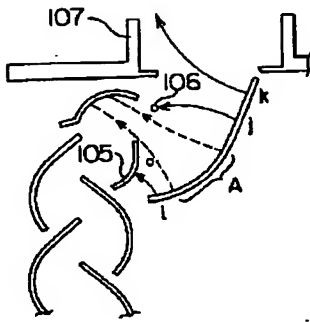
[Drawing 9]



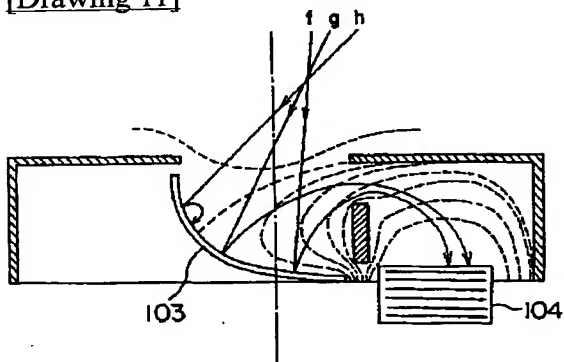
[Drawing 10]



[Drawing 12]



[Drawing 11]






---

[Translation done.]

**ELECTRON MULTIPLIER TUBE**

**Patent number:** JP8148114  
**Publication date:** 1996-06-07  
**Inventor:** OMURA TAKAYUKI; OKADA TOMOYUKI; KUSHIMA HIROYUKI; OHASHI YOSUKE  
**Applicant:** HAMAMATSU PHOTONICS KK  
**Classification:**  
- **International:** H01J43/18  
- **European:**  
**Application number:** JP19940285069 19941118  
**Priority number(s):**

Also published as:

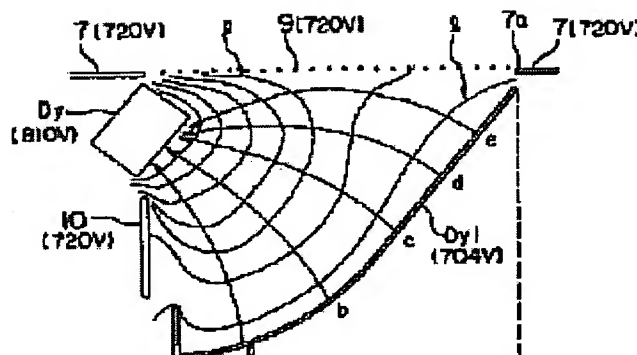
 EP0713243 (A)  
 US5616987 (A)  
 EP0713243 (B)

Report a data error he

**Abstract of JP8148114**

**PURPOSE:** To reduce dispersion of incident efficiency on a next-state dynode on the basis of electron release position in a dynode.

**CONSTITUTION:** A mesh electrode 9 is disposed in an incident opening portion 7a, and dynode group Dy comprising dynodes in next and following states are disposed in the vicinity of the center of curvature for a first-stage dynode Dy1. A intermediate potential between dynode Dy1 and dynode group Dy is applied to a plate electrode 10 and the mesh electrode 9, so that a space formed with potential gradient is guided from both sides. Accordingly, potential distribution becomes nearly uniform from the vicinity of dynode Dy1 to dynode group Dy.



---

Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-148114

(43) 公開日 平成8年(1996)6月7日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 J 43/18

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-285069

(22) 出願日 平成6年(1994)11月18日

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72) 発明者 大村 孝幸

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

(72) 発明者 岡田 知幸

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

(72) 発明者 久嶋 浩之

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

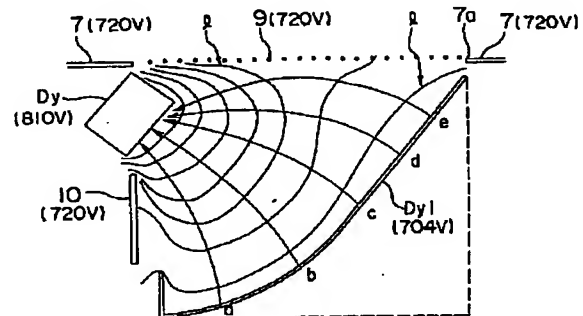
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子増倍管

(57) 【要約】

【目的】 ダイノードの電子放出位置に基づく、次段ダイノードへの入射効率のバラツキを低減する。

【構成】 入射開口部7aにメッシュ電極9を設け、第1段のダイノードDy1の曲率中心付近に次段以降のダイノードからなるダイノード群Dyを配する。そして、プレート電極10とメッシュ電極9に、ダイノードDy1とダイノード群Dyとの間の中間電位を与えて、電位勾配が形成された空間を両側からガイドする。これにより、ダイノードDy1の近傍からダイノード群Dyに亘り、電位分布が略均等になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射する電子を増倍して出力する電子増倍管であって、

増倍すべき電子を受入れる第1入射開口部に配設したメッシュ電極と、

前記第1入射開口部を通過して入射する電子をカスケード増倍する電子増倍部と、

前記電子増倍部で増倍された電子を取り出すアノードとを備えており、

前記電子増倍部は、

第1入射開口部を通過した電子を受けて2次電子を放出するダイノードであって、所定の電位が与えられた第1段ダイノードと、

前記第1段ダイノードに対向して配置され、前記第1段ダイノードから放出された2次電子を受けてさらに2次電子を放出するダイノードであって、前記第1段ダイノードよりも高い電位が与えられた第2段ダイノードと、

前記第1段ダイノードと第2段ダイノードとの間の空間に、前記メッシュ電極と交差する方向に延在する補助電極とを含んで構成され、

前記メッシュ電極と前記補助電極には、前記第1段ダイノードの電位よりも高く前記第2段ダイノードの電位よりも低い中間電位が与えられており、

前記メッシュ電極と前記補助電極との間の空隙を、前記第1段ダイノードから放出された2次電子が前記第2段ダイノードへ向かって通過する第2入射開口部とする電子増倍管。

【請求項2】 前記第1段ダイノードは、略1/4円筒形状を呈しており、前記第2入射開口部は、この第1段ダイノードの曲率中心の近傍に位置する請求項1記載の電子増倍管。

【請求項3】 前記第2入射開口部における前記メッシュ電極の近傍には、このメッシュ電極の電位よりも高く前記第2段ダイノードの電位よりも低い電位が与えられた第2補助電極を備える請求項1記載の電子増倍管。

【請求項4】 前記第1段ダイノードが前記第1入射開口部から最も離れている部位と前記第1入射開口部との間の距離を $L$ とすると、

前記電子増倍部を構成する前記第2段ダイノード以降の各段のダイノードと前記アノードとは、前記第1入射開口部から距離 $L$ で規定される領域内に配設される請求項1記載の電子増倍管。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、入射する電子或いは光電子を複数段のダイノードで増倍する電子増倍管に関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 図9にベネチアンブラインド型のダイノードを示す（特開平2

291656号）。このタイプのダイノードでは、例えば軌道bで入射する電子（又は光電子）は第1段のダイノード101と衝突するが、軌道aで入射する電子は第1段のダイノード101を通り抜けてしまい、第2段のダイノード102と直接衝突する。この結果、電子の収集効率が低下する場合があった。また、図10に示すように、軌道d、eで入射した電子は増倍されて次段のダイノード102に到達し得るが、ダイノード101の入射開口内に負電位の「しみこみ」があるため、軌道cでダイノードの上方部に入射した電子はダイノード101の電位によって引き戻され、結果的に増倍されないことになる。

【0003】一方、図11に示すタイプのダイノードにおいても、軌道f、gで第1段のダイノード103に入射した電子は、第2段以降のダイノード群104に入射し得るが、この場合もダイノード103の入射開口内に負電位の「しみこみ」があるため、軌道hでダイノード103の上方部に入射した電子は、結果的に増倍されない。また、軌道fと軌道gとで入射した電子でも、ダイノード103からの放出位置の相違によって電子の走行距離が異なっており、この結果、電子走行時間のバラツキが大きくなる傾向にある。

【0004】さらに、図12に示すタイプのダイノード（特開平5-114384）では、電子放出面のうちの有効面は図示した領域Aに限られており、例えば、i部から放出された2次電子は第3段のダイノード105の裏面側に入射し、j部から放出された2次電子は補助電極106に入射し、k部から放出された2次電子は収束電極107側に入射する。このため、収集効率が低下するという欠点があった。

【0005】本発明は、このような課題を解決すべくなされたものであり、その目的は、第1段のダイノードの電子放出位置に基づく第2段ダイノードへの入射効率のバラツキをなくすと共に、第2段ダイノードに到達する2次電子の時間的なバラツキを低減する電子増倍管を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明にかかる電子増倍管は、増倍すべき電子を受入れる第1入射開口部に配設した網目状の電極、すなわちメッシュ電極と、第1入射開口部を通過して入射する電子をカスケード増倍する電子増倍部と、電子増倍部で増倍された電子を取り出すアノードとを備える。この電子増倍部は、第1入射開口部を通過した電子を受けて2次電子を放出する第1段ダイノード、第1段ダイノードよりも高い電位が与えられて第1段ダイノードに対向して配置された第2段ダイノード、及び、第1段ダイノードと第2段ダイノードとの間の空間においてメッシュ電極と交差する方向に延在した補助電極を含んで構成される。そして、このメッシュ電極と補助電極には、第1段ダイノードの電位より

も高く第2段ダイノードの電位よりも低い中間電位が与えられており、メッシュ電極と補助電極との間の空隙を、第1段ダイノードから放出された2次電子が第2段ダイノードへ向かって通過する第2入射開口部として構成する。

【0007】また、第1段ダイノードは、1/4円筒形を含む略1/4円筒形状であって、第2入射開口部はこの第1段ダイノードの曲率中心の近傍に配して構成してもよい。

【0008】さらに、第2入射開口部におけるメッシュ電極の近傍には、このメッシュ電極の電位よりも高く第2段ダイノードの電位よりも低い電位が与えられた第2補助電極を配置して電子増倍管を構成してもよい。

【0009】また、第1段ダイノードが第1入射開口部から最も離れている部位と第1入射開口部との間の距離をLとすると、電子増倍部を構成する第2段ダイノード以降の各段のダイノードとアノードとは、第1入射開口部から距離Lで規定される領域内に納るように配置してもよい。

【0010】

【作用】第1入射開口部にメッシュ電極を配設し、このメッシュ電極に第1段ダイノードの電位よりも高く第2段ダイノードの電位よりも低い中間電位を与えることで、この第1入射開口部内に入り込む、いわゆる負電位の「しみこみ」が防止される。

【0011】また、対向する第1段ダイノードと第2段ダイノードとに与えられた電位差によって、第1段ダイノードと第2入射開口部との間に電位勾配が形成されるが、この両側に、これらの中間電位が与えられたメッシュ電極と補助電極とが囲むように配置されるため、第2入射開口部から第1段ダイノード側に向かって、等電位線が略均等な間隔で張り出すように形成される状態となる。

【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面を参照して説明する。図1に本実施例にかかる光電子増倍管を示す。この光電子増倍管は、入射光を受ける球形の受光面1、バルブ2及び基台部を構成する円筒形のステム3によって真空容器を形成している。また、受光面1の内壁には、光電陰極5を形成しており、受光面1を介して入射する光が光電陰極5に照射され、受光部位から光電子が放出される。また、光電陰極5と対向した位置には、放出された光電子を増倍する電子増倍部6を配設している。

【0013】図2に電子増倍部6を拡大して示す。電子増倍部6は、光電陰極5から放出された光電子の軌道を収束させるフォーカス電極7を備えており、その中央の入射開口部7aには、網目状のメッシュ電極9を設けている。これらフォーカス電極7とメッシュ電極9とは互いに電気的に接続され、同じ電位が与えられる。

【0014】また、入射開口部7aに対向して、略1/4円筒形状を呈する第1段のダイノードDy1を配設しており、入射開口部7aを通過した光電子を受けて2次電子を放出する。このダイノードDy1の曲面は、入射開口7aの近傍では曲率が小さく、遠ざかるに連れ曲率が次第に大きくなるような形状となっている。また、このダイノードDy1の曲率中心付近には、このダイノードDy1に対向して、第2段以降のダイノードを積層して構成したダイノード群Dyを配置している。このように、ダイノードDy1の曲率中心付近にダイノード群Dyを配置することで、ダイノードDy1から放出された2次電子はダイノードDy1の曲率中心方向へ向かうため、ダイノード群Dyへの2次電子の入射効率が向上する。また、ダイノードDy1の各部位から放出された2次電子は、その走行距離が互いに略均等となるため、2次電子の走行時間のバラツキが低減される。

【0015】なお、このダイノード群Dyによってカスケード増倍された光電子は、最終段に設けられたアノード（図示せず）を介して取り出される。

【0016】さらに、ダイノードDy1とダイノード群Dyとの間の空間には、メッシュ電極9から最も遠方に位置するダイノードDy1の端部と、ダイノード群Dyとの間の近傍に、平板状のプレート電極10を配設している。このプレート電極10の断面は、メッシュ電極9と略直交する方向に細長い長方形を呈しており、このような断面を有するプレート電極10は、ダイノード群Dyの縁部に沿って、図2の紙面に垂直な方向に延在している。なお、このプレート電極10にはメッシュ電極9と同じ電位が与えられており、このメッシュ電極9とプレート電極10との間に、ダイノード群Dyの入射開口部が位置する状態となっている。

【0017】ここで、各部に与えられる電圧の一例と、これによって形成される等電位線の分布状態を図3に示す。この例では、第1段のダイノードDy1には704V、ダイノード群Dyの初段ダイノードには810Vの電圧がそれぞれ与えられ、フォーカス電極7、メッシュ電極9及びプレート電極10には、ダイノードDy1とダイノード群Dyとの中間の電圧となる720Vが与えられている。

【0018】このように入射開口部7aにメッシュ電極9を設け、かつメッシュ電極9に中間電位を与えることで、入射開口部7aの内側への負電位のしみこみが抑制されていることがわかる。また、ダイノードDy1とダイノード群Dyとによって電位勾配が生じた空間を、これらの中間の電位が与えられたメッシュ電極9とプレート電極10で両側からガイドするような構成となるため、等電位線1はダイノード群Dy付近を中心としてほぼ同心的に分布する状態となっている。特に、ダイノードDy1付近の電界（等電位線1の分布状態）に乱れはない。従って、ダイノードDy1の各位置a～eから放

出される2次電子は、図示した軌道を経由して全てダイノード群Dyに入射し得るため、ダイノードDy1の曲面の略全面が有効面となる。このように、有効面を広くとれることで、2次電子の収集効率を向上させることができる。

【0019】また、他の実施例を図4及び図5に示す。この光電子増倍管は、前述の図1などで例示した光電子増倍管のうち、ダイノード群Dyをラインフォーカス型のダイノードDy2、Dy3、Dy4・・・で置き換えた構造である。また、ダイノードDy2への入射開口部がダイノードDy1の曲率中心の近傍に位置するように構成されており、ダイノードDy2への入射開口部には、メッシュ電極9の近傍に、このメッシュ電極9の電位よりも高く、かつ、ダイノードDy2の電位よりも低い電位が与えられた棒状のボール電極11を設けている。このボール電極11は、入射開口部7aの縁部に沿って、図5の紙面に垂直な方向に延在している。この位置に、このような電圧が与えられたボール電極11を設けることで、この付近を通過する2次電子の軌道が図6の上側に修正されることとなる。この結果、ダイノードDy2とダイノードDy4との間等に入射していた2次電子を、ダイノードDy2に対して入射させることができ、ダイノードDy2への入射効率を向上させることができる。

【0020】図6に、主な部位に与えられる電圧の一例と、これによって形成される等電位線の分布状態を示す。この例では、図3と同一の部位には同一の電圧が与えられており、その他の部位、例えばボール電極11には735V、第2段のダイノードDy2には810V、第3段のダイノードDy3には942V、第4段のダイノードDy4には1030Vが、それぞれ与えられている。このように構成した場合にも、ボール電極11とプレート電極10との間から、等電位線1が略均一に張り出すような状態に分布しており、ダイノードDy1付近の電界にも乱れはない。従って、ダイノードDy1の各位置a～eから放出される2次電子は、図示した軌道を経由して全てダイノードDy2に入射し得る。

【0021】また、図7に示すように、ラインフォーカス型のダイノードDy2～Dy9及びアノード12を、ダイノードDy1が占める領域内に収めるように配設することも可能である。この例では、入射開口部7aから最も離れているダイノードDy1の部位と入射開口部7aとの間の距離をLとすると、ダイノードDy2～Dy9とアノード12とが、入射開口部7aからの距離L内に全て収まっている。このように構成することで、光電子増倍管全体をコンパクトに構成できる。

【0022】なお、このダイノードDy1の形状は、曲面の曲率が一定の1/4円筒形状としたが、この場合にも、ボール電極11とプレート電極10との間から、等電位線1が略均一に張り出すような状態に分布してお

り、ダイノードDy1付近の電界にも乱れはない。従って、ダイノードDy1の各位置a～dから放出される2次電子は、図示した軌道を経由して全てダイノードDy2に入射し得る(図8)。

【0023】以上説明した3タイプの光電子増倍管について、例示した各条件の下で電子走行時間のバラツキ(TTS)を測定した。その結果を表1に示す。

【0024】

【表1】

	図3	図6	図8	図10
TTS	0.8nsec	1.2nsec	1.4nsec	3.3nsec

【0025】この結果より、図3、図6及び図8で示した光電子増倍管における電子走行時間のバラツキは、図10で示した従来のものと比べ、走行時間のバラツキがいずれも低く抑えられており、時間特性が改善されていることがわかる。

【0026】以上説明した各実施例では、電子増倍管の一例として光電子増倍管を例に説明したが、光電陰極を備えていない電子増倍管にこの構成を採用することも勿論可能である。

【0027】

【発明の効果】本発明にかかる電子増倍管によれば、第1段ダイノードと第2段ダイノードとによって電位勾配が生じた空間の両側を、これらの中間の電位が与えられたメッシュ電極と補助電極で両側からガイドするような構造となるので、この内側の空間には、第1段ダイノードの近傍から第2入射開口部に亘り、電位分布が略均等となる。このため、第1段ダイノードの広い範囲から放出された2次電子は、第2段ダイノード側に向かって、略均一に導かれることとなり、2次電子の放出位置による入射効率のバラツキが低減され、電子走行時間のバラツキも抑えることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例にかかる光電子増倍管の外観を示す一部透視平面図である。

【図2】図1の光電子増倍管の要部を取り出して示す拡大図である。

【図3】図2における第1段ダイノード付近の等電位線の分布状態を示す図である。

【図4】他の実施例にかかる光電子増倍管の外観を示す一部透視平面図である。

【図5】図4の光電子増倍管の要部を取り出して示す拡大図である。

【図6】図5における第1段ダイノード付近の等電位線の分布状態を示す図である。

【図7】さらに他の実施例にかかる光電子増倍管の要部を取り出して示す拡大図である。

【図8】図7における第1段ダイノード付近の等電位線



の分布状態を示す図である。

【図9】従来の電子増倍部を取り出して示す説明図である。

【図10】図9の電子増倍部を一部拡大して示す図である。

【図11】従来の他の電子増倍部を示す説明図である。

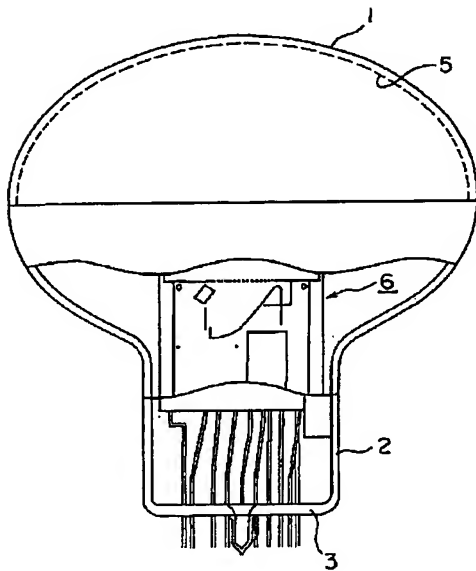
【図12】従来のさらに他の電子増倍部の一部を拡大して示す説明図である。

\*

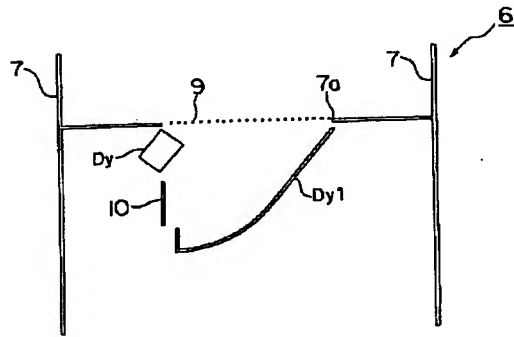
\*【符号の説明】

6…電子増倍部、7…フォーカス電極、7a…入射開口部（第1入射開口部）、9…メッシュ電極、10…プレート電極（補助電極）、11…ボール電極（第2補助電極）、12…アノード、Dy1…ダイノード（第1段ダイノード）、Dy2…ダイノード（第2段ダイノード）、

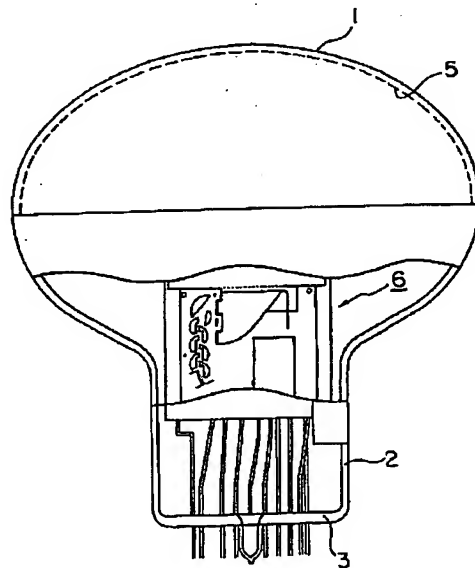
【図1】



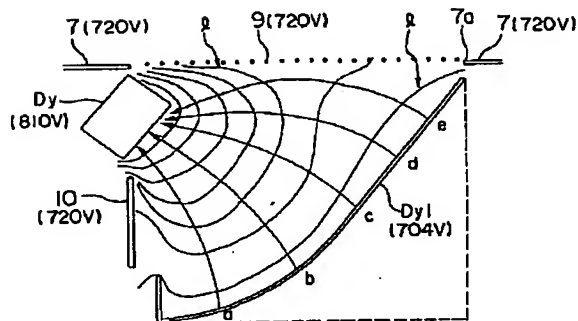
【図2】



【図4】

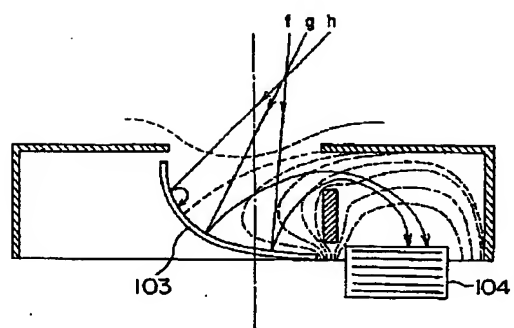


【図3】





【図 11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 大橋 洋祐  
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**